

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

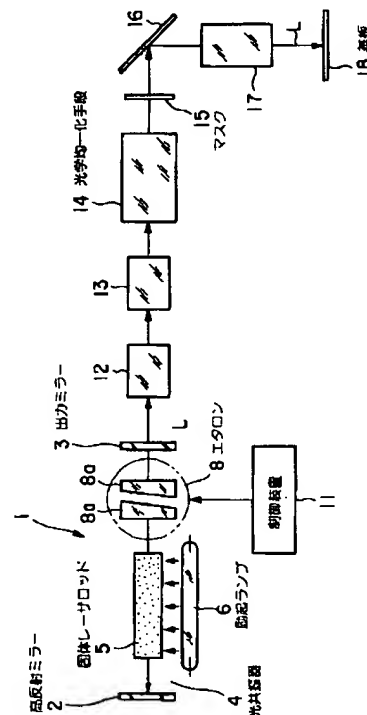
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 高反射ミラーと出力ミラーとを所定間隔で対向させて配置した光共振器と、

この光共振器内に設けられたレーザ媒質およびこのレーザ媒質を励起する励起手段と、

上記光共振器内に設けられ上記レーザ媒質が励起されることで上記出力ミラーから出力されるレーザ光を単一縦モード発振させる波長選択手段と、

この波長選択手段により選択される波長が連続的に変化するように上記波長選択手段を制御する制御手段と、

上記出力ミラーから出力されたレーザ光の強度分布を均一化させる光学均一化手段とを具備したことを特徴とするレーザ照射装置。

【請求項 2】 マスクに形成されたパターンを基板に投影する露光装置において、

高反射ミラーと出力ミラーとを所定間隔で対向させて配置した光共振器と、

この光共振器内に設けられたレーザ媒質およびこのレーザ媒質を励起する励起手段と、

上記光共振器内に設けられ上記レーザ媒質が励起されることで上記出力ミラーから出力されるレーザ光を単一縦モード発振させる波長選択手段と、

この波長選択手段により選択される波長が連続的に変化するように上記波長選択手段を制御する制御手段と、

上記出力ミラーから出力されたレーザ光の強度分布を均一化させて上記マスクに入射させる光学均一化手段と、

上記マスクを透過したレーザ光を上記基板に投影する投影光学系とを具備したことを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明はレーザ光の強度分布を均一化するレーザ照射装置および強度分布が均一化されたレーザ光によってマスクのパターンを基板に投影する露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 光共振器から発振出力されたレーザ光を目的部位に導いて照射するレーザ照射装置は、レーザ加工、リソグラフィなどの露光技術、検査技術など種々の用途に利用されている。レーザ光の強度分布は通常ガウシアン分布となっており、均一な強度分布をもたないから、目的部位を均一に照射することができないという欠点がある。

【0003】 そこで、レーザ光によって目的部位を均一な強度で照射するために、そのレーザ光をカライドスコープやフライアイレンズなどの光学系を用いて空間的な多重露光することで強度分布を均一化させるということが行われている。

【0004】 しかしながら、レーザ光は空間的な可干渉性が強いので、空間的に多重露光すると照射面に干渉縞が生じ、均一な強度分布での照射ができないという欠点

がある。

【0005】 また、レーザ照射装置では光学系の色収差によるフォーカスずれを防ぐために波長幅を狭くすることがある。一般にレーザ光は波長幅が広いほど出力は安定し、狭くすると不安定になる。そこで、狭い波長幅で出力を安定化させるためには単一縦モード発振のレーザ光が用いられる。

【0006】 したがって、レーザ照射装置においては、単一縦モード発振されたレーザ光を空間的に多重露光した場合に、照射面に干渉縞が生じて、できるだけ均一な強度分布で照射することができるようにすることが望まれている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 このように、レーザ照射装置においては、強度分布の均一化や色収差によるフォーカスずれを防ぐために波長幅を狭くすることが望まれ、さらにその場合、狭い波長幅で出力を安定化させるために単一縦モード発振のレーザ光を用いることが望まれているものの、強度分布を均一化するために空間的な多重露光をすると、照射面に干渉縞が生じて強度分布の均一化を損なうということがあった。

【0008】 この発明は、色収差をなくすために波長幅を狭くし、しかも出力を安定化させるために単一縦モード発振させたレーザ光を空間的に多重露光して強度分布の均一化を計る場合に、照射面における強度分布が干渉によって不均一になるのを低減できるようにしたレーザ照射装置および露光装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】 請求項 1 の発明は、高反射ミラーと出力ミラーとを所定間隔で対向させて配置した光共振器と、この光共振器内に設けられたレーザ媒質およびこのレーザ媒質を励起する励起手段と、上記光共振器内に設けられ上記レーザ媒質が励起されることで上記出力ミラーから出力されるレーザ光を単一縦モード発振させる波長選択手段と、この波長選択手段により選択される波長が連続的に変化するように上記波長選択手段を制御する制御手段と、上記出力ミラーから出力されたレーザ光の強度分布を均一化させる光学均一化手段とを具備したことを特徴とするレーザ照射装置にある。

【0010】 請求項 2 の発明は、マスクに形成されたパターンを基板に投影する露光装置において、高反射ミラーと出力ミラーとを所定間隔で対向させて配置した光共振器と、この光共振器内に設けられたレーザ媒質およびこのレーザ媒質を励起する励起手段と、上記光共振器内に設けられ上記レーザ媒質が励起されることで上記出力ミラーから出力されるレーザ光を単一縦モード発振させる波長選択手段と、この波長選択手段により選択される波長が連続的に変化するように上記波長選択手段を制御する制御手段と、上記出力ミラーから出力されたレーザ光の強度分布を均一化させて上記マスクに入射させる光学

3

均一化手段と、上記マスクを透過したレーザ光を上記基板に投影する投影光学系とを具備したことを特徴とする露光装置にある。

【0011】請求項1の発明によれば、波長選択手段により選択されるレーザ光の波長を連続的に変化させると、空間的に多重露光されたレーザ光によって生じる干渉縞もその波長の変化に応じてずれるから、照射面を所定の時間内にほぼ均一に照射することが可能となる。

【0012】請求項2の発明によれば、波長選択手段により選択されるレーザ光の波長を連続的に変化させ、空間的に多重露光されたレーザ光によって生じる干渉縞の位置をその波長の変化に応じてずらすことで、レーザ光の強度分布を空間的に多重露光しただけの場合に比べて均一化することができるから、そのレーザ光によって基板へのマスクのパターンの投影を均一に行うことができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、この発明の一実施の形態を図面を参照して説明する。図1はこの発明のレーザ照射装置が用いられた露光装置を示し、この露光装置はレーザ発振部1を備えている。このレーザ発振部1は高反射ミラー2と出力ミラー3とを所定の間隔で離間対向させて配置した光共振器4を有する。この光共振器4内にはレーザ媒質としてのたとえばNd:YAGなどの固体レーザロッド5がその軸線を上記光共振器4の光軸に一致させて設けられている。

【0014】上記固体レーザロッド5の側方には励起ランプ6が配設されている。この励起ランプ6によって上記固体レーザロッド5が光励起されることでレーザ光Lが発生し、そのレーザ光Lは光共振器4で増幅されてその出力ミラー3から発振出力されるようになっている。

【0015】上記光共振器4内には、固体レーザロッド5の一方の端面と出力ミラー3との間に上記出力ミラー3から発振出力されるレーザ光Lの波長を選択する波長選択手段としてのエタロン8が設けられている。エタロン8は所定間隔で対向して配置された2枚のエタロン板8aから構成されていて、この2枚のエタロン板8aが平面ミラーの場合、これらミラーの反射率Rと間隔dにより決定される下記(1)式の波長間隔 Δf で透過率がピークとなる。

【0016】

$$\Delta f = c / (2n \cdot d \cdot \cos \theta) \quad \dots (1) \text{式}$$

ここで、cは光速、nはミラー間の屈折率、dはミラー間隔、 θ は光軸に対するミラー面の傾き角度である。

【0017】したがって、エタロン8を光軸に対して傾けたり、ミラー間隔dを変えたり、ミラー間の気体の圧力を変えるなどのことによって上記エタロン8の透過率がピークとなる波長を制御すれば、上記出力ミラー3から単一縦モード発振されるレーザ光Lの波長を変えることができる。

4

【0018】この実施の形態では、光共振器4から発振出力されるレーザ光Lの中心波長の制御は、上記エタロン8の傾き角度を制御装置11によって連続的に変えることで行われるようになっている。具体的な制御の方法としては、エタロン8の傾き角度に対する透過率を予め測定しておき、このデータを制御装置11のメモリに格納しておき、所望の透過率に対するエタロン8の角度制御量を求め、その角度制御量に応じて上記エタロン8を駆動すればよい。

10 【0019】上記光共振器4の出力ミラー3から発振出力されたレーザ光Lは第1の非線形結晶12によって波長が半分の第1高調波に変換され、ついで第2の非線形結晶13によってさらに波長が半分の第2高調波に変換される。具体的には、レーザ光LがYAGレーザで、その波長が1064nmの場合、第1の非線形結晶12にはLBO(LiB₃O₅)結晶を用いることで波長が532nmに変換され、第2の非線形結晶13にはBBO(β -Ba₂BO₄)結晶が用いられることで、波長が266nmに変換されるようになっている。

20 【0020】上記第2の非線形結晶13から出射したレーザ光Lは光学均一化手段14に入射する。この光学均一化手段14はカライドスコープやフライアイレンズなどが用いられており、そこに入射したレーザ光Lを所定の照射面に多重露光して強度分布を均一化させることができるようになっている。

【0021】上記光学均一化手段14から出射したレーザ光Lはマスク15を経て反射ミラー16で反射し、投影レンズ17を通して基板18を照射するようになっている。

30 【0022】このような構成の露光装置においては、エタロン8の透過波長幅を狭くし、かつ透過波長間隔をレーザゲイン幅(レーザ発振部にてレーザ発振している光の波長幅)の数倍に設定した場合、透過波長ピークとレーザ光Lの縦モード発振とを一致させれば、単一縦モード発振が得られ、またこれらが一致しなければ発振しない。

【0023】エタロン8の傾き角度を制御装置11によって変化させ、エタロン8の透過波長をスキャンしていけば、透過波長がレーザ光Lの縦モード発振と一致するときのみレーザ発振する。エタロン8のスキャン速度を増加した場合、レーザ光Lの発振はパルス的になる。これはQスイッチ発振とみなすことができ、一定速度でスキャンした場合、一定周波数でレーザ光Lがパルス発振するとともに、各パルスごとに波長が異なり、波長のずれ分はレーザ縦モード間隔に等しい。

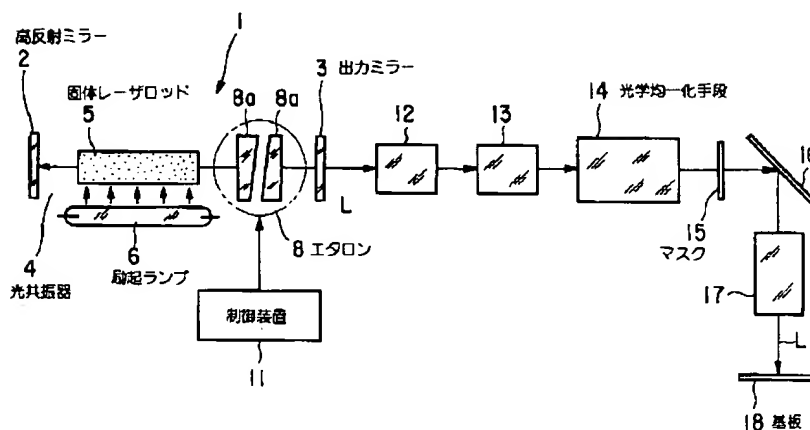
40 【0024】レーザ光Lを光学均一化手段14によって空間的に多重露光して強度分布を均一化する場合、上述したように基板18の照射面には図3(a)に示すように干渉縞Zが生じ、その強度分布は図3(b)に示すよう
50 うになる。

【0025】基板18の照射面における干涉縞Zの発生位置は波長に依存する。そのため、レーザ発振部1からレーザ光Lをパルス発振させるとともに、制御装置11によってエタロン8の傾き角度を連続的に変化させ、このエタロン8から出力されるレーザ光Lの波長をパルスごとにずらせば、基板18を照射するレーザ光Lの干涉縞のピークもパルスごとにずれることになる。したがって、数パルスの積算光量において、基板18の照射面では照射光量を均一化することができる。

【0026】図2は基板18にレーザ光Lを3パルス照射したときに、各パルスの干涉縞Z₁、Z₂、Z₃がずれる状態を示している。すなわち、光共振器4内にエタロン8を設け、それによってレーザ光Lを短波長化して色収差によるフォーカスずれを防ぐとともに、短波長での出力の安定化を計るために単一縦モード発振させる場合、上記エタロン8の傾き角度を制御装置11によって連続的に変えることで、多重反射によって生じる干涉縞の位置をずらすことができるから、照射強度の均一化を計ることができる。

【0027】この発明は上記一実施の形態に限定されず、種々変形可能である。たとえば、波長選択手段としてエタロンを用いた場合について説明したが、エタロンに代わり回折格子を用いてもよく、その場合も回折格子の角度を光軸に対して連続的に変化させるようにすればよい。

【図1】



【0028】

【発明の効果】以上のようにこの発明によれば、レーザ光を多重露光して強度分布を均一化する場合、波長選択手段により選択されるレーザ光の波長を連続的に変化させるようにした。そのため、波長の変化に応じて照射面における干涉縞のピーク位置もずれるから、その照射面におけるレーザ光の強度分布を均一化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施の形態を示す露光装置の概略的構成図。

【図2】同じく干涉縞のピークパルスをずらした状態の説明図。

【図3】(a)は基板に形成される干涉縞の説明図、(b)は同じく干涉縞のピークパルスの強度分布の説明図。

【符号の説明】

2…高反射ミラー

3…出力ミラー

4…光共振器

5…固体レーザロッド（レーザ媒質）

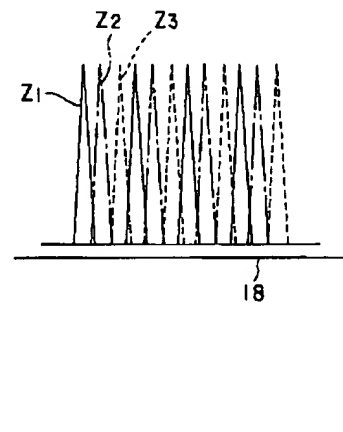
6…励起ランプ（励起手段）

8…エタロン（波長選択手段）

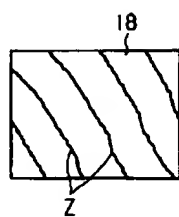
14…光学均一化手段

15…マスク

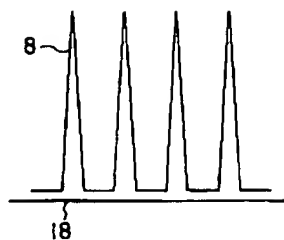
【図2】



【図 3】



(a)



(b)